

LAÁR TIBOR*

Szemelvények a kohászati kémia eredményeinek elterjedéséről

Az, hogy a kémia jelentős szerepet játszik a kohászatban, azaz a fémek előállításában és feldolgozásában, régóta ismert. Különösen az aranyat és ezüstöt előállító színesfém kohászatot tartotta megfigyelés alatt a mindenkori királyi hatalom, mert a kincstári gazdagságot éppen a nemesfémek mennyisége határozta meg, és ennek mértékét az arany és/vagy ezüst pénz kibocsátásával, valamint forgalmának szabályozásával tudta kézben tartani. Ezzel magyarázható az, hogy amikor Mária Terézia 1762-ben akadémia rangjára emelte a selmeci bányatiszt képző iskolát, elsőnek a kohászat-kémia tanszék megalapítására **J. N. Jacquin** vegyészt nevezte ki, mert a kémia művelőitől várt nagyobb kincstári bevételt.

A színesfém kohászata ősrégi foglalkozási ág, a mindenkori társadalomtól kissé elkülönülő szakmai közössége művelte. Éppen ezért a termelési technológiai újítások, fejlesztések a szakmai körön belül maradtak és nem ezeket az eredményeket, hanem a társadalom számára a mindennapi használatban egyre inkább nélkülözhetetlen tárgyait, termékeit népszerűsítették. Ennek oka nagyrészt azzal is magyarázható, hogy maguk a kohászati folyamatok nem tudományos alapismereteken, hanem tapasztalati gyakorlaton alapultak.

Valamikor a neolitikum végén – minden valószínűség szerint véletlenül – állítottak elő szabad tűzön valamilyen színesfém olvadékot: rezet, ólmot, ónt stb. Akkor nem is sejtették, hogy olyan redukciós eljárást valósítottak meg, amelyet most, évezredek után is ugyanúgy kell csinálni, természetesen technikailag fejlettebb körülmények között.

Hosszú idő telt el az első fémkohászati eredmények óta, és a színesfém állapotában található arany, ezüst és termésréz feldolgozása során használati eszközöket, dísz tárgyakat, ruhadíszeket, gombokat stb. „gyártottak”, míg írásbeli nyoma lett annak, hogy i. e. mintegy 6–7 száz évvel az emberek szerették volna megérteni az őket körülvevő világot. Minthogy az emberi érzékszervek nem tudták megközelíteni a „mikro-világot”, de sejtették, hogy ennek a sokszínű, változatos világnak a magyarázatát ez a számukra láthatatlan terület rejti, kikövetkeztették, hogy mindennek valamilyen igen kicsi „építőköve” van. Azt aztán oszthatatlannak, azaz atomnak nevezték el. **Demokritosz** (i. e. 499–430) és **Leukipposz** nevéhez fűződik az ókori atom-modell, amely aztán hosszú időn keresztül a kohászati kémia felfogásának alapjául szolgált. Egy évszázaddal később **Arisztotelész** (i. e. 384–322) arra törekedett, hogy a természetről addig alkotott ismeretekből „univerzális világképet” állítson össze. Így az

* 1119 Budapest, Puskás T. utca 26/B

ő nevéhez kötődik a föld-, víz-, lég- és tűzelem rendszere, amelyet aztán még a 17. század végéig a közép- és felsőoktatásban is népszerűsítettek.

Ebből az ókori tudományból fejlődött ki az alkímia feltevése, nevezetesen az, hogy abból a legkisebb részecskéből valamilyen ügyeskedéssel akár aranyat is lehet csinálni. Ez az alkimista elképzelés a társadalomtól elkülönülő zárt közösségeket hozott létre és ezek több, mint 1500 éven keresztül szorgalmasan dolgozva hittek abban, hogy végül megtalálják az aranycsinálás módját. Aztán 1661-ben **Robert Boyle** tanulmányában kifejtette, hogy azok a legkisebb részecskék – mint egymástól megkülönböztethető tulajdonságok hordozói – kémiai elemek, amelyeknek vegyületei hozzák létre ezt a sokszínű anyagi világot.

Ez a természettudományos eredmény egyből kihúzta az alkimisták lába alól a talajt és elindította a vegyületeket alkotó kémiai elemek kutatását. A kutatók csakhamar rájöttek arra, hogy a földfelszínt alkotó vegyületeknek egyik alkotója fém, tehát a kutatási eredmények a kohászati kémia tárházát gazdagították. Azonban a kohászati kémia csak több, mint 100 évvel később, az oxigén felfedezése után indult el a tudományosan megalapozott technológiai fejlesztés útján. Ez a folyamat tulajdonképpen a nagyüzemi acélgyártás kialakulásán keresztül követhető nyomon.

A színesfémkohászat – és ezen belül a nemesfémek kohászata – pusztán tapasztalati úton eljuttott arra a színvonalra, arra a termelékenységre, hogy megtermelt értéke a középkori Magyar Királyság kincstári bevételeinek kb. 30%-át érte el, bár a lakosságnak csak mintegy 2%-a foglalkozott a színesfém ércek bányászatával és kohászatával.

A vaskohászat és egyben a vas feldolgozása ezzel párhuzamosan ugyan, de más utat járt be. Ennek oka elsősorban az, hogy míg a réz olvadáspontja 1083 °C, az aranyé 1063 °C, amit már az őskori faszén tűzzel elő tudtak állítani, a vas olvadáspontja 1538 °C, amit hosszú ideig nem tudtak előállítani, bárhogyan is fújtatták a tüzet. Ebből adódott, hogy a vasérből közvetlen faszenes redukcióval előállított vas szilárd állapotú volt és a kemence alján összetapadt, sok salakot is magába záró „cipó”, szaknyelven „buca” alakjában jött létre. Az így nyert vasat újra melegítve, kalapáccsal alakítani lehetett és belőle számos használati tárgyat lehetett készíteni. A vasból készült tárgyak számos felhasználási területen jobbak voltak, mint a korábbi réz vagy bronz tárgyak, így egyre népszerűbbek lettek. A vasgyártás technológiája mintegy 3000 éven keresztül csak annyit változott, hogy a kemencék egyre nagyobbak lettek és a kapott „vas-buca” is nagyobb lett, a 19. században elérte, sőt meghaladta a 100 kg-t is. A vasérc redukciója szénnel tehát változatlanul ugyanazt a kémiai folyamatot valósította meg évezredekén keresztül, de a technológiai berendezések mérete és a tüzelés hőmérsékleti tartománya növekedett. A 15. században már olyan kemencét is tudtak építeni, amelyben elérték a nyersvas olvadási hőmérsékletét, az 1152–1300 °C értéket, így aztán folyékony állapotú vasat, ún. nyersvasat tudtak a kemencéből kicsapolni. Az így előállított nyersvas 3,5–4,5% széntartalmú vas-szén ötvözet, amely rideg, törékeny: képlékeny alakításra nem alkalmas. Öntöttek belőle ágyúgolyókat, ágyúkat, kemence főzőlapokat, mozsarakat stb. Tapasztalati úton rájöttek, hogy ha a hasábokba öntött nyersvasat erősen fújtatott tűzben lassú előretolással újra olvasztják, akkor a nyersvas olvadáspontján megszilárduló, azaz képlékenyen alakítható bucákat kapnak. Ezt az eljárást frissítésnek vagy készelésnek nevezték. Aztán az eljárást nagyobb méretű, ún. kavarási kemencékben valósították meg.

A kétféle, nevezetesen az egylépcsős, azaz az érből közvetlenül kovácsolható, bucakemencés vas gyártása, valamint a nyersvasat folyékonyan előállító nagyolvasztós vasgyártás versenye a 19. század küszöbén ott tartott, hogy ez utóbbi módon már ugyanannyi vasat gyártottak, mint az ókorból örökölt évezredek eljárással. A nagyolvasztó kemencés nyersvas gyártásának gyors elterjedését az is nagyban elősegítette, hogy 1771-ben két vegyész, az angol **Priestley** és a svéd **Scheele** egymástól függetlenül felfedezték az oxigént. Ennek a kémiai elemnek **Lavoisier** adott nevet és annak ismeretében megfogalmazta, hogy az égés tulajdonképpen más elemeknek az oxigénnel való egyesülése függetlenül attól, hogy láng jelenség kíséri, vagy nem.

Ezzel egy időben felfedezték, hogy a kémiai folyamatokat elektromos jelenség kíséri, ennek alapján **Volta** 1800-ban megépítette a róla elnevezett kémiai áramforrást, a „volta-oszlopot”. Néhány év múlva **Sir Humphry Davy** saját készítésű galvánelemek áramával nátriumot, káliumot, kalciumot és stronciumot állított elő elektrolízissal, megalapozva ezzel az elektrokohászatot.

Ezzel világossá vált, hogy a nyersvasnak a pusztán gyakorlati tapasztalás útján kidolgozott frissítése, vagy tisztítása kavarókemencében valójában a vasban lévő szennyezőknek, elsősorban a szénnek eltávolítása égetéssel. Ez a felismerés indította el a tudományos alapon megalkotott nagyüzemi acélgyártó berendezések tervezését. Az első berendezés, amely a nyersvasból nagyüzemileg acélt állított elő, **Sir Henry Bessemer** terve, ill. szabadalma alapján jött létre Angliában 1856-ban.

Az eljárás lényege az, hogy a nagyolvasztóból kicsapolt nyersvasat levegő befúvására alkalmas lyukacsos aljú tégelybe öntik és az olvadákon levegőt fuvatnak át. A körte alakú, fűtés nélküli üstben, azaz konverterben a levegő befújása kiégeti a nyersvasból a felesleges szént és szilíciumot, ezek égéshője tartja fenn a kb. 20 perces folyamatot, közben az olvadék hőmérséklete 1400 °C körülire növekszik. A konverterből kicsapolt olvadék az ún. bessemer-acél, kb. 1% szénttartalommal. A másik nagyüzemi acélgyártást **Pierre Emile Martin** valósította meg eljárásával, amely szerint a nyersvas tisztulását a nagy méretű lángkemencében ócskavas, öntvény töredék, esetleg érc adagolásával érik el, a kén eltávolítására mangánt adagolnak. Az eljárás **Sir William Siemens** fejlesztésével a Siemens-Martin kemence révén terjedt el.

Érdemes megemlíteni, hogy a szilikát bélésű Bessemer-konverterben a foszfortartalom nem salakul el, ezért az eljárást **Sidney Gilchrist Thomas** úgy módosította, hogy a konvertert bázikus, azaz oxid-alapanyagú tűzálló béléssel falazta ki, és a bázikus adalékok salakjában a foszfor annyira feldúsult, hogy őrleményét műtrágyának is hasznosíthatták. Az acélgyártási technológiák legújabb eljárásai lényegében a vas alapanyag tisztulási folyamatának korszerűbb változatai.

Az acélgyártás kifejlődéséhez vezető természettudományos és technikai eredmények bizonyítják, hogy a kohászat kémiai folyamatokra épül. A technológiai folyamatok alatt a vasanyag összetétele változása érzékszervi érzékelésünkön kívüli tartományban van, ezért a kohászatban nagy jelentősége van a kémiai összetétel gyors meghatározásának. A nedves analízis időszükséglete nem illeszthető be a gyártási folyamatba, ezért a kohászat gyártásközi ellenőrzése elsősorban az időközben kifejlődött színeképelemzésre támaszkodott. Belátható, hogy a kohászati kémia valójában a szervesetlen kémiával megrajzolható világkép része, amely magában foglalja az ércek és ásványok osztályozását, a gyártási folyamatok tudományos értelmezését, a kohászati termékek minőségét meghatározó összetételét, a gyártási folyamat irányítását, mindezt nemzetközileg elfogadott jelrendszerbe foglalva. A magyarországi kohászati felsőoktatás szorosan követte az élenjáró nemzetközi eredményeket. Lavoisier Párizsban 1789-ben kiadta kémiai Encyklopédiáját, a következő évben a selmeci Akadémia kohászati-kémia tanszékvezető professzora, **Ruprecht Antal** már azt tanította és a kohászati folyamatokat kémiai egyenletekkel írta le. Ugyancsak át kellett venni a nemzetközi jelrendszert a kémiai elemek egyezményes leírására, amit 1814-ben **Jäns Jakob Berzelius** javasolt és amelynek jelentősége valójában csak újabb fél évszázad után vált nyilvánvalóvá. Tulajdonképpen más jelentős felfedezések is csak évtizedek után terjedtek el. Pl. 1762-ben **Marggraf** azon megfigyelése, hogy az alkáli fémek sói különböző módon színezik a lángot, csak 1858-ban fejlődött színeképelemző módszerre, de segítségével számos, addig ismeretlen elemet fedeztek fel. Így 10 évvel később felfedezték a Napban a héliumot és a következő évben, 1869-ben **Dimitrij Ivanovics Mengyelejev** és **Julius Lothar Meyer** egymástól függetlenül megszerkesztették az elemek periódusos rendszerét, amely táblázatban a kémiai elemek az egy-két betűből álló jellel szerepeltek. Így például a magyar *vas*, a német *Eisen*, az angol *iron* a táblázat 26. sz. négyzetében található Fe betűjel alatt. Ebben a rendszerben összegződik Boyle kémiai elemekre vonatkozó megfogalmazása, L. Lavoisier oxi-savak és sók rendszere, a színeképelemzés és a nemzetközi jelrendszer megjelenéséig elért részeredmények sorozata, amelyet aztán mint átfogó atomos világképet az Arisztotelésztől örökölt univerzális világkép helyett a középiskolákban és a felsőoktatásban széles körben megérthető módon tanítani, népszerűsíteni lehetett. Ez a rendszer a kiindulópontja mind a mikrovilág, mind pedig a makrovilág megismerésére indított programoknak.

A széles társadalom számára azonban mégsem a kohászati kémia eredményeivel korszerűsített üzemi berendezések és technológiák váltak népszerűvé, hanem azok a fém-anyagból gyártott közlekedési eszközök: vasút, villamos, hajó, gépjárművek, továbbá hidak és háztartási berendezések, amelyek meglétét a mai társadalom természetesnek tartja, olyannyira, hogy azok nélkül a mindennapi

életet el sem tudná képzelni. A kohászati kémia a társadalom szeme elől rejtve, a háttérből irányítja a sokféle követelménynek megfelelő fém alapanyagok, félkész termékek gyártását a gyártási adagok összeállításától, a gyártás közbeni ellenőrzésen keresztül, a termékek minőségének meghatározásáig, a kohászati kémiára támaszkodó szabványrendszer alapján.

IRODALOM

1. Természettudományi kis-enciklopédia. Gondolat Könyvkiadó, Budapest, 1975.
2. Általános és szervetlen kémia. Tankönyvkiadó, Budapest, 1954.
3. A bányászatról és kohászátról (*G. Agricola* 12 könyve). Magyar kiadás, OMBKE 1985. Franklin Nyomda, Budapest.
4. Technikatörténeti kronológia. Studium Könyvkiadó, Kolozsvár, 1998.
5. Dr. Gerhard Sperl–Laár Tibor: A tudomány behatolása az iparba (előadás). Dunaújváros, 2000. 06. 16. A DUNAFERR 50 éves évfordulóján rendezett konferencia.